

MAPEAMENTO DAS ALTERAÇÕES NO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO BAGÉ, RIO GRANDE DO SUL, ENTRE 2003 E 2014

ALEXANDRO GULARTE SCHAFFER^{1*}; JOHN ROGER ROLDAN ALEIXO²

¹Dr. em Eng. Civil, Prof. Adj., Unipampa, Bagé-RS, Alexandroschafer@unipampa.edu.br

²Discente em Engenharia de Energia, Unipampa, Bagé-RS, johnrroldan@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados do mapeamento das mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Arroio Bagé entre 2003 e 2014, usando dados da *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM). Foram utilizadas imagens do Landsat 7 e do Landsat 8, de 2003 e 2014, respectivamente. O método usado para a classificação foi o MaxVer. A partir do mapeamento realizado, verificou-se que a classe predominante da bacia hidrográfica (pastagem), apresentou redução de 22,7% no período em estudo. As áreas florestais sofreram redução de 2,2% e os reflorestamentos tiveram aumento de 2,5%. As áreas destinadas a agricultura aumentaram 18,8%, ocupando 21,8% da área da bacia em 2014. Houve aumento de 4,1% nas áreas urbanizadas, que passaram a ocupar 18,1% da área da bacia em 2014. Com base nos resultados apresentados, verifica-se considerável aumento nas áreas destinadas a agricultura, que ocuparam áreas previamente ocupadas por pastagens e/ou campos na bacia hidrográfica.

PALAVRAS-CHAVE: Uso e cobertura da terra, Alterações, Bacia hidrográfica do Arroio Bagé.

LAND USE AND LAND COVER IN ACAMPAMENTO RIVER WATERSHED, RIO GRANDE DO SUL, 2014

ABSTRACT: This paper presents the results of the mapping of the changes in land use and land cover of the Bagé River watershed in the last 11 years, using images of Landsat Data Continuity Mission (LDCM). We used images of Landsat 7 and Landsat 8, in 2003 and 2014, respectively. The method used for the classification was the MaxVer. Findings show that in the Bagé River watershed the predominant class, “grassland”, decreased about 22.7% in those eleven years. The forest area decreased 2.2% and the reforestation area increased 2.5% in this period. The agricultural area increased 18.8%, occupying 21.8% of the area of the watershed in 2014, and the urban area increased 4.1%, representing 18.1% of the area of the watershed in 2014. Based on the results presented, we can notice that there was an increase in the in the agriculture areas, that occupied areas previously occupied by grassland.

KEYWORDS: LULC, changes, Bagé River watershed.

INTRODUÇÃO

As alterações no uso e cobertura da terra são resultantes da interação de complexos processos sociais, ecológicos e geofísicos (Munroe e Müller, 2007) e tem sido reconhecido como um dos mais importantes fatores de modificação ambiental mundialmente (Mendoza et al., 2011). As mudanças no uso e cobertura da terra ocorrem em diferentes escalas espaciais e temporais e tem efeitos profundos no clima, bioquímica, biodiversidade, hidrologia e funções ecossistêmicas (Teferi et al., 2013; Teixeira et al.; 2014).

Em ecossistemas de bacias hidrográficas, as alterações no uso e cobertura da terra influenciam as características do escoamento superficial de uma bacia de drenagem que, por sua vez, afeta a disponibilidade de água superficial e subterrânea da área, ocasionando então novas mudanças no uso e na cobertura da terra (Sajikumar e Remya, 2015).

O conhecimento e o monitoramento do uso e da ocupação da terra são primordiais para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a utilização da terra por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que revestem o solo, como também suas respectivas localizações (ROSA, 2007). O monitoramento das mudanças no uso e cobertura da terra e a análise nas mudanças na estrutura e na configuração da paisagem proporcionam informação chave para o entendimento da dinâmica do uso do solo e de seus efeitos tanto no sistema natural quanto no antropogênico (Barbatiet al., 2015; Salvati, 2014). Identificar as causas primárias e estimar os processos e tendências das mudanças no uso e cobertura da terra é importante para o planejamento do uso do solo em nível local, para o uso de recursos em nível regional e para o gerenciamento ambiental.

As técnicas de sensoriamento remoto, aliadas às imagens de satélite, vêm sendo amplamente utilizadas para extração de informações relacionadas à cobertura do solo e ao mapeamento dos recursos hídricos. Segundo Foody (2002), devido à visão sinótica, ao formato dos produtos que são similares a um mapa e à cobertura repetitiva, as imagens de sensoriamento remoto orbital são uma fonte viável de informação acerca da cobertura da terra, seja em escala local, regional ou global.

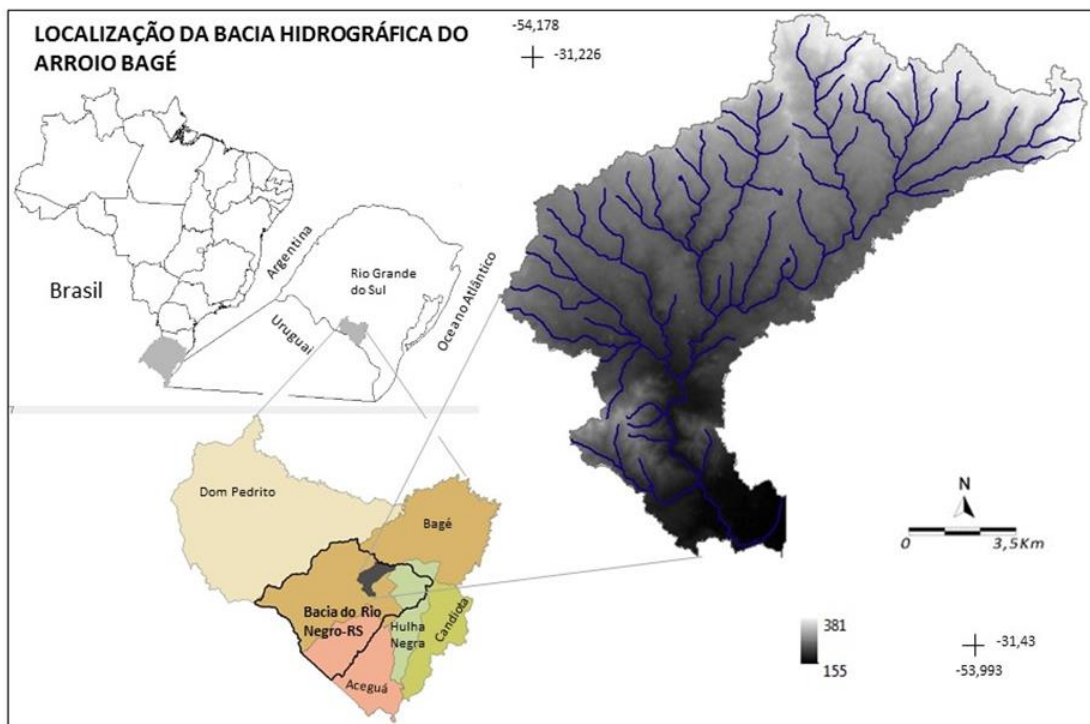
Neste artigo, apresenta-se os resultados do mapeamento das mudanças no uso e cobertura da terra que ocorreram na bacia hidrográfica do Arroio Bagé em um período de 11 anos, entre os anos de 2003 e 2014.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A sub-bacia hidrográfica do Arroio Bagé (Figura 1) faz parte da bacia hidrográfica do Rio Negro-RS e está localizada entre as coordenadas 31° 25' 48" e 31° 13' 36" Sul e 53° 39' 95" e 54° 10' 40" Oeste.

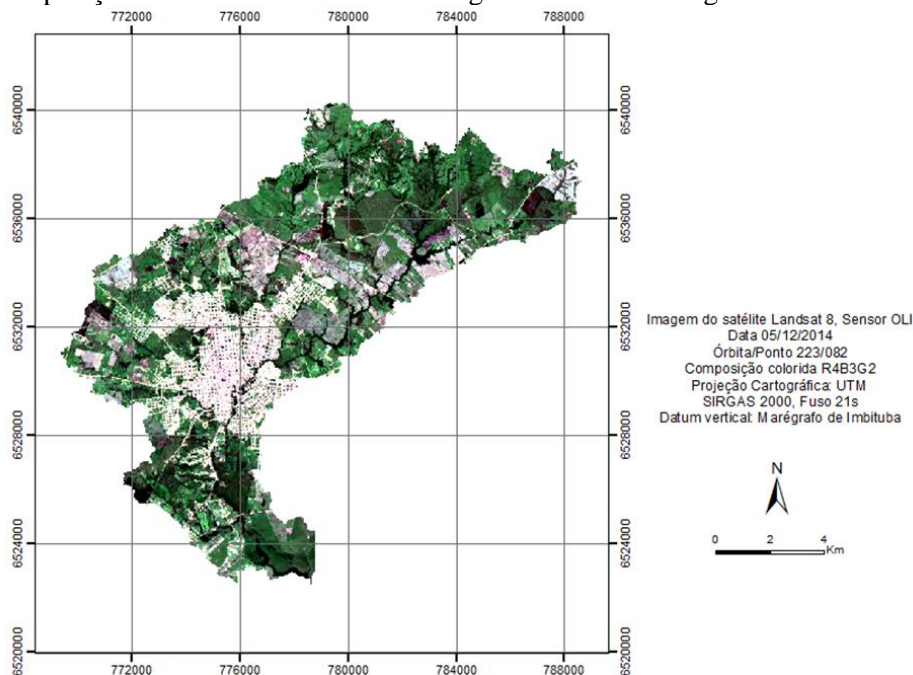
Figura 1- Localização da área de estudo



A região onde está inserida a sub-bacia do Arroio Bagé apresenta, segundo a classificação de Köppen, clima tipo subtropical ou virginiano (Cfa), pertencente à área morfoclimática denominada Escudo Sul-Riograndense-Uruguaio, com altitudes inferiores a 400 m. As temperaturas médias máximas giram em torno de 24,1 °C e as médias mínimas em torno de 13,1°C.

A sub-bacia do Arroio Bagé (figura 2) tem área de drenagem de aproximadamente 137 km².

Figura 2 - Composição R4G3B2 da sub-bacia hidrográfica do arroio Bagé.



Os solos do tipo Brunizem e laterítico abrangem a maior parte da sub-bacia. A precipitação média anual em Bagé fica em torno de 1.423 mm (INMET – 1946 a 2006), sendo que ocorrem períodos de estiagem em que a precipitação mensal chega a ser nula, principalmente no período de novembro a março, como vem sendo registrado nos últimos anos. Segundo DAEB (2007), a sub-bacia do Arroio Bagé é exceção entre as sub-bacias que integram a bacia do rio Negro-RS, pois apresenta comprometimento menor que 75% da vazão de referência. Entretanto, apresenta comprometimento da qualidade de suas águas, em função de esgotos sanitários não tratados e águas pluviais. O Arroio Bagé apresenta pequenas vazões na maior parte do ano, porém, por ocasião de chuvas intensas, suas vazões crescem rapidamente causando enchentes em suas margens e danos à infra-estrutura urbana.

Método

A metodologia adotada no presente estudo é apresentada consiste de seis etapas: 1) Obtenção de imagens de satélite; 2) Pré-processamento de imagens; 3) Classificação supervisionada; 4) Pós-Classificação; 5) Análise dos resultados da classificação; e 6) Quantificação das alterações no uso e cobertura da terra. As imagens de satélite foram obtidas no catálogo do *United States Geological Survey* (USGS). Foram utilizadas duas cenas (órbita/ponto 223/082) imageadas em 29/01/2003 (Landsat 7) e em 05/12/2014 (Landsat 8). Após a aquisição das imagens, teve início a etapa de pré-processamento. Na imagem de 2003 foi necessário realizar correção geométrica, em que foram adequadas as posições planimétricas e projeção das imagens, utilizando a base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul na escala 1:50.000 (Hasenack e Weber, 2010).

A bacia hidrográfica do Rio Negro foi delimitada através da utilização de dados da missão do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRMT), com resolução espacial de trinta metros, utilizando a extensão ArcHydro (Maidment, 2002) do *software* ArcGIS, versão 10.3.

A classificação supervisionada foi realizada utilizando o método máxima verossimilhança (MaxVer), que requer o conhecimento prévio das classes de interesse. Foram realizadas cinco saídas a campo na área em estudo. Foram definidas cinco classes de uso e cobertura da terra (cultura temporária, silvicultura, campestre, área florestal e corpos d'água continental), de acordo com o Manual do Uso da Terra do IBGE (IBGE, 2006). A próxima etapa do trabalho consistiu na delimitação das amostras de treinamento. Nessa fase, foram selecionadas vinte amostras de cada classe de uso e cobertura da terra, perfazendo um total de aproximadamente 1900 pixels para cada uma delas. Em seguida, aplicou-se o método da máxima verossimilhança para classificar a imagem.

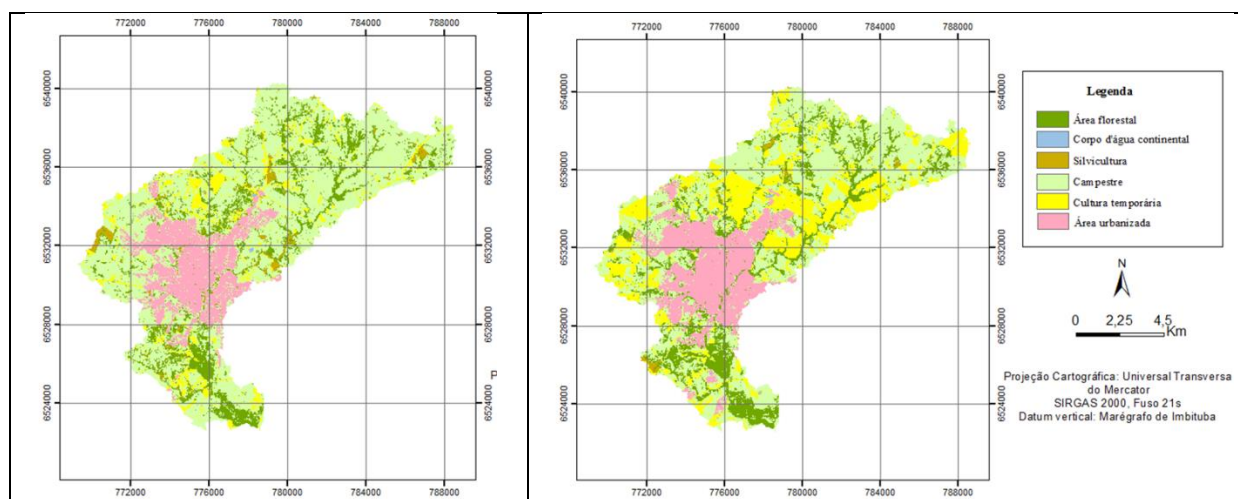
O mapeamento do uso e ocupação foi validado através da análise qualitativa e quantitativa dos dados gerados após a etapa de pós-classificação. Na análise qualitativa, foi realizada a comparação

entre o mapa temático oriundo da classificação e as verdades terrestres, juntamente com o conhecimento adquirido nas saídas de campo. Na análise quantitativa, foi considerado o coeficiente Kappa, índice que quantifica a exatidão do mapeamento a partir de uma escala proposta por Landis e Koch (1977). A última etapa do estudo consistiu na quantificação das áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura da terra em cada ano analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de uso e cobertura da terra da bacia do Arroio Bagé dos anos de 2003 e 2014 são apresentados nas Figuras 3a e 3b, respectivamente.

Figura 3 - Mapa de uso e cobertura da terra na sub-bacia hidrográfica do Arroio Bagé em 2003 (a) e em 2014 (b).



A partir da análise visual da Figura 3a é possível observar a predominância das áreas ocupadas pela classe “campestre” na bacia hidrográfica do Arroio Bagé em 2003. A partir da análise visual da Figura 3b, é possível observar o aumento nas áreas ocupadas por cultura temporária em 2014 com relação a 2003. Na tabela 1 apresenta-se a quantificação do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica realizada com base nas imagens apresentadas nas figuras 3a e 3b, bem como a quantificação das alterações que ocorreram no período em estudo.

Tabela 1. Quantificação do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Arroio Bagé

Classe	Área ocupada em 2003 (km ²)	Porcentagem com relação a área total da bacia	Área ocupada em 2014(km ²)	Porcentagem com relação a área total da bacia	Alteração (km ²)
Área urbanizada	20,66	15,08	24,74	18,06	4,08
Campestre	81,91	59,80	59,24	43,25	-22,67
Cultura temporária	11,06	8,07	29,83	21,78	18,77
Área Florestal	19,66	14,35	21,85	15,95	2,19
Corpo d'água continental	0,22	0,16	0,31	0,23	0,09
Silvicultura	3,47	2,53	1,01	0,74	-2,46

A classe de uso e cobertura da terra predominante na área de estudo em 2003 era a classe “campestre”, que ocupava aproximadamente 59,80% da área da bacia. As áreas urbanizadas abrangiam uma área de 20,66km², ou 15,08% da área da bacia. A classe “cultura temporária”, composta principalmente por plantações de milho, ocupava 11,06% da área, enquanto as áreas florestais correspondiam por 19,66%. A classe “corpo d'água continental” ocupava 0,16% da área da bacia e as áreas ocupadas por silvicultura correspondiam a 2,53%. A classe de uso e cobertura da terra

predominante na área de estudo em 2014 era a classe “campestre”, que ocupava aproximadamente 43,25% da área da bacia. As áreas urbanizadas abrangiam uma área de 24,74km², ou 18,06% da área da bacia. A classe “cultura temporária”, composta basicamente por plantações de milho e soja, passou a ocupar 21,85% da área, enquanto as áreas florestais ocupavam 15,95%. A classe “corpo d’água continental abrangia 0,31km² (0,23% da área da bacia).

Verifica-se que, no período em estudo, as alterações mais relevantes em termos percentuais ocorreram nas classes “campestre” e “cultura temporária”. A classe “campestre” sofreu uma redução em área de 27,78%. A classe “cultura temporária” ocupava, em 2014, uma área 167,71% maior do que em 2003. As áreas urbanizadas aumentaram em 19,75% no período em estudo. As áreas florestais aumentaram em 11,14%, enquanto as áreas ocupadas por silvicultura sofreram um decréscimo de 70,89%.

CONCLUSÃO

A partir do mapeamento realizado foi possível verificar um aumento nas áreas agrícolas, que ocuparam áreas anteriormente cobertas por campos destinados, em sua maioria, a pecuária. Esse aumento está relacionado ao cultivo de soja, que vem crescendo consideravelmente ao longo dos últimos anos na metade sul do Rio Grande do Sul. A silvicultura sofreu uma redução no período em estudo e deu lugar a agricultura. Em alguns locais, houve recomposição de áreas florestais nas áreas anteriormente ocupadas por silvicultura. Verifica-se ainda um aumento na área urbana do município de Bagé, principalmente nas zonas norte e leste. A escala aproximada do mapeamento final, de 1:100.000, mostrou-se apropriada para estudos microrregionais. A qualidade das imagens Landsat e sua longa cobertura temporal, além da gratuidade de aquisição, fazem delas um ótimo meio de estudo de mudanças de uso e cobertura da terra. O período de onze anos entre as imagens mostrou-se razoável para um estudo preliminar.

REFERÊNCIAS

- Barbati, A., Corona, P., D’Amato, E., Cartisano, R. Is landscape a driver of short-term wildfire recurrence? *Landscape Research*, v.40, n.1, p.99-108, 2015.
- Departamento de Água e Esgoto de Bagé – DAEB. 2007. Caracterização e diagnóstico da bacia do rio Negro em Território Brasileiro-RS. Contrato nº 004/2007. Bagé.
- Foody, G.M. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing Environment*, v.80, p.185-201, 2002.
- Landis, J.R. E Koch, G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v.33, n.1, p. 159-174.
- Maidment, D. *ArcHydro: GIS for Water resources*. ESRI Press, Redlands, CA. 2002.
- Mendoza, M., López-Granados, E., Geneletti, D. Pérez-Salicrup, D., Salinas, V. Analysing land cover and land use change processes at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). *Applied Geography*, v.31, p.237-250. 2011.
- Munroe D., Müller D. Issues in spatially explicit statistical land-use/cover change (LUCC) models: Examples from western Honduras and the Central Highlands of Vietnam. *Land Use Policy*, v.24, p.521–530, 2007.
- Rosa, R. *Introdução ao Sensoriamento Remoto*. Uberlândia: EDUFU, 2007.
- Sajikumar, N., Remya, R. Impact of land cover and land use change on runoff characteristics. *Journal of Environmental Management*, v.161, p.460-468, 2015.
- Salvati, L., Ranalli, F., and Gitas, I. Landscape fragmentation and the agro-forest ecosystem along a rural-to-urban gradient: an exploratory study, *Int. J. Sust. Dev. World*, v.21, p.160–167, 2014.
- Teferi, E., Bewket, W., Uhlenbrook, S., & Wenninger, J. Understanding recent land use and land cover dynamics in the source region of the Upper Blue Nile, Ethiopia: Spatially explicit statistical modeling of systematic transitions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.165, p.98-117, 2013.
- Teixeira, Z., Teixeira, H., Marques, J. C. Systematic processes of land use/land cover change to identify relevant driving forces: implications on water quality. *Sci. Total Environ.* v.470-471, p.1320–1335, 2014.
- United States Geological Survey (USGS). Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2015.